

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-078770

(43)Date of publication of application : 30.03.1993

---

(51)Int.Cl.

C22C 21/02

---

(21)Application number : 03-270209

(71)Applicant : NIPPON LIGHT METAL CO LTD  
NIKKEI TECHNO RES CO LTD  
NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 20.09.1991

(72)Inventor : HASHIMOTO AKIO  
KITAOKA YAMAJI  
WATANABE YASUHIKO  
SAYASHI MAMORU  
KANBE YOJI  
WATANABE KOUJI

---

(54) CAST ALUMINUM ALLOY HAVING EXCELLENT WEAR RESISTANCE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a cast Al alloy having excellent meltability, castability and machinability without deteriorating wear resistance by reducing the content of Si and regulating the contents of Cu, Mg, Mn, Cr, Ti, P, Fe, B, etc.

CONSTITUTION: This cast Al alloy contains, by weight, 14.0-16.0% Si, 2.0-5.0% Cu, 0.1-1.0% Mg, 0.3-0.8% Mn, 0.1-0.3% Cr, 0.05-0.20% Ti, 0.003-0.05% P,  $\leq 1.5\%$  Fe and  $< 0.005\%$  Ca or further contains 0.00010.01% B and/or 0.3-3.0% Ni. The average grain size of proeutectic Si in this alloy has been regulated to 10-50  $\mu$  m. This alloy is used for a cylinder block, a piston, compressor parts, change gear parts, etc.

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

(57) [Claim(s)]

[Claim 1]Si: 14.0-16.0 % of the weight, Cu:2.0-5.0 % of the weight, Mg:0.1-1.0 % of the weight, Mn:0.3-0.8 % of the weight, Cr:0.1-0.3 % of the weight, Ti:0.05-0.20 % of the weight, P:0.003 to 0.05 % of the weight, Fe : 1.5 or less % of the weight is contained, An aluminium alloy for casting excellent in abrasion resistance with an organization which the remainder had the presentation of aluminum and inevitable impurities, and a Ca content as an impurity was regulated to less than 0.005% of the weight, and primary phase Si with a mean particle diameter of 10-50 micrometers distributed uniformly.

[Claim 2]Si: 14.0 to 16.0 % of the weight, Cu: 2.0 to 5.0 % of the weight, Mg:0.1-1.0 % of the weight, Mn:0.3-0.8 % of the weight, Cr:0.1-0.3 % of the weight, Ti:0.05-0.20 % of the weight, P:0.003 to 0.05 % of the weight, Fe : 1.5 or less % of the weight and B:0.0001 to 0.01 % of the weight are contained, An aluminium alloy for casting excellent in abrasion resistance with an organization which the remainder had the presentation of aluminum and inevitable impurities, and a Ca content as an impurity was regulated to less than 0.005% of the weight, and primary phase Si with a mean particle diameter of 10-50 micrometers distributed uniformly.

[Claim 3]Si: 14.0 to 16.0 % of the weight, Cu: 2.0 to 5.0 % of the weight, Mg:0.1-1.0 % of the weight, Mn:0.3-0.8 % of the weight, Cr:0.1-0.3 % of the weight, Ti:0.05-0.20 % of the weight, P:0.003 to 0.05 % of the weight, less than Fe:1.5 % of the weight, nickel : 0.3 to 3.0 % of the weight is contained, An aluminium alloy for casting excellent in abrasion resistance with an organization which the remainder had the presentation of aluminum and inevitable impurities, and a Ca content as an impurity was regulated to less than 0.005% of the weight, and primary phase Si with a mean particle diameter of 10-50 micrometers distributed uniformly.

[Claim 4]Si: 14.0 to 16.0 % of the weight, Cu: 2.0 to 5.0 % of the weight, Mg: 0.1 to 1.0 % of the weight, Mn:0.3-0.8 % of the weight, Cr:0.1-0.3 % of the weight, Ti:0.05-0.20 % of the weight, P:0.003 to 0.05 % of the weight, less than Fe:1.5 % of the weight, nickel : 0.3 to 3.0 % of the weight and B:0.0001 to 0.01 % of the weight are contained, An aluminium alloy for casting excellent in abrasion resistance with an organization which the remainder had the presentation of aluminum and inevitable impurities, and a Ca content as an impurity was regulated to less than 0.005% of the weight, and primary phase Si with a mean particle diameter of 10-50 micrometers distributed uniformly.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]This invention relates to the aluminium alloy for casting excellent in the abrasion resistance used as a cylinder block etc.

[0002]

[Description of the Prior Art]The casting aluminium alloy which attains a weight saving and is represented with A390 as a cylinder block for vehicles is used from the former. This aluminium alloy utilizes excelling in abrasion resistance, and is widely used as a practical use engine, abrasion proof parts, etc.

[0003]The aluminium alloy of A390 system has the presentation less than [ Fe:0.5 % of the weight ], less than [ Mn:0.1 % of the weight ], and below Ti:0.20 % of the weight Si:16.0-18.0 % of the weight, Cu:4.0-5.0 % of the weight, and Mg:0.45-0.65 % of the weight, In order to secure the abrasion resistance to need, a lot of Si is added. However, the liquidus temperature of an aluminium alloy becomes high with the increase in a Si content.

[0004]As a result, it is necessary to dissolve and to cast in a temperature quite higher than the usual alloy, and the life decline of a furnace and life decline, such as an increase in fuel consumption and a die-casting die, pose a problem as well as a thing expensive as lining refractories being required. Distribution of primary phase Si becomes heterogeneous and it is easy to generate the casting defect of a HIKE nest etc.

[0005]this A --- in order to cancel the fault of an aluminium alloy 390 system, in JP,S50-64107,A, set up a Si content 13.5 to 16.0 % of the weight, and lowness, and fluidity is secured, and raising an altitude and abrasion resistance by addition of Cu, Mg, Zn, etc. is introduced.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]however, A --- the inhomogeneous distribution of primary phase Si which is other faults of an aluminium alloy 390 system is still unsolved also by the alloy designing of an above-shown gazette. Therefore, it is treated as a material which a casting defect etc. still tend to produce. Especially primary phase Si distributed unevenly causes change to the character of an aluminium alloy casting between the portion which receives a rapid cooling effect, and the portion by which annealing is carried out, and becomes a cause lacking in the reliability over construction material.

[0007]This invention is thought out that such a problem should be solved and is a thing.

It is providing the aluminium alloy for casting which plans uniform dispersion of detailed primary phase Si, is excellent in abrasion resistance, and does not have a casting defect by specifying blending ratios, such as Cu, Mg, Mn, Cr, Ti, P, and Fe, in the alloy system which set up the purpose to 14.0 to 16.0 % of the weight.

[0008]

[Means for Solving the Problem]In order that an aluminium alloy for casting of this invention may attain the purpose, Si: 14.0-16.0 % of the weight, Cu:2.0-5.0 % of the weight, Mg:0.1-1.0 % of the weight, Mn:0.3-0.8 % of the weight, Cr:0.1-0.3 % of the weight, Ti:0.05-0.20 % of the weight, P:0.003 to 0.05 % of the weight, Fe : 1.5 or less % of the weight is contained. It has the organization which a Ca content as an impurity was regulated to less than 0.005 % of the weight, and primary phase Si with a mean particle diameter of 10-50 micrometers distributed uniformly. [0009]This aluminium alloy for casting can contain one sort (further B:0.0001 to 0.01 % of the weight, and nickel:0.3-3.0 % of the weight), or two sorts.

[0010]

[work ---] for This invention persons considered in detail influence which alloy elements, such as Si, Cu, Mg, Mn, and Cr, have on abrasion resistance, mechanical properties, a physical property, cutting ability, fluidity, etc. As a result, even if it lowered a Si content to 16 or less % of the weight which is a minimum of A390 alloy, as long as primary phase Si was distributing minutely uniformly, it found out that wear-resistant reservation was achieved.

[0011]namely, --- in an aluminium alloy for casting of this invention --- A --- since a Si content is set up 16.0 or less % of the weight and lowness 390 system as compared with an alloy, solubility and fluidity are improved substantially and operation becomes easy, and A about cutting ability, solubility, fluidity, etc. which are required of abrasion proof parts, such as a cylinder block, --- a problem of an alloy is canceled by adjustment of content of

alloy elements including Si, strengthening of a matrix, etc. 390 system, without being accompanied by wear-resistant fall.

[0012]Addition of Cr is effective in especially minuteness making and uniform dispersion of primary phase Si. Cr is an element intermingled in primary phase Si. Specific gravity of primary phase Si becomes large, and is guessed that surfacing of Si under casting is controlled by mixture of Cr. It combines, a detailed aluminum-Cr system compound crystallizes, and abrasion resistance improves also by this. Also in P content of the specified quantity, there is an effect in minuteness making of primary phase Si.

[0013]Hereafter, content of each alloy element, an operation, etc. are explained. Si: It is an important element when raising abrasion resistance and an elastic coefficient. However, if a Si content exceeds 16.0 % of the weight, liquidus temperature of an alloy will rise, solubility, fluidity, etc. will worsen, and distribution of primary phase Si becomes uneven easily. On the other hand, abrasion resistance runs short in less than 14.0% of the weight of a Si content. Then, in this invention, a Si content was specified in 14.0 to 16.0% of the weight of a range.

[0014]If a Si content will be 16.0 or less % of the weight, the cutting ability of an aluminum alloy will improve rapidly. As a result, a fall of a tool life resulting from wear is lost, and sharp reduction of cutting cost is attained.

[0015]Cu: Present an operation which strengthens a matrix and abrasion resistance improves by this. In order to obtain such an operation, it is required to make 2.0% of the weight or more of Cu contain. However, if Cu content exceeds 5.0 % of the weight, generating of a HIKE nest will increase.

[0016]Mg: When raising hardness, abrasion resistance, a mechanical strength, etc., it is an effective alloy element, and these operations are obtained by 0.1% of the weight or more of Mg content. However, if Mg is made to contain exceeding 1.0 % of the weight, a tendency to reduce toughness will be seen.

[0017]Mn: It is an alloy element which strengthens a matrix and improves mechanical properties. If a Mn content will be less than 0.3% of the weight, a tendency for abrasion resistance to fall will be seen. On the other hand, in a Mn content exceeding 0.8 % of the weight, fluidity worsens and causes degradation of mechanical properties conversely.

[0018]Cr: When distributing primary phase Si minutely and uniformly, it is an important alloy element, and act effective also in improvement in hardness and mechanical properties. Cr improves a cast organization further conjointly with an operation of Ti which carries out minuteness making of the aluminum-Si eutectic crystal grain. Such an operation of Cr becomes remarkable with 0.1% of the weight or more of a Cr content. However, if a Cr content exceeds 0.3 % of the weight, fluidity and mechanical properties will deteriorate. A lot of Cr content also becomes the cause of making aluminum-Cr system crystallized material making it big and rough.

[0019]Ti: It is effective also in presenting an operation which raises mechanical properties and making an organization equalize. In order to obtain these operations, it is required to make 0.05% of the weight or more of Ti contain. However, in a Ti content exceeding 0.20 % of the weight, deterioration of mechanical properties is caused conversely.

[0020]P: Present an operation which carries out minuteness making of the primary phase Si, and distributes it uniformly with Cr. An operation given to this primary phase Si is secured by 0.003% of the weight or more of P content. However, if P content exceeds 0.05 % of the weight, fluidity, such as fluidity, will deteriorate. Then, in this invention, P content was set as 0.003 to 0.05% of the weight of a range. When maintaining P content in this range, by a viscosity decrease of a molten metal, fluidity nature becomes good and improvement in fluidity is achieved.

[0021]Fe: It is an impurity incorporated into an aluminum alloy from a dissolved raw material etc. in ingot processes. If a lot of Fe(s) mix, an aluminum-Fe system compound, an aluminum-Fe-Mn-Si system compound, etc. will generate especially at a slow cooling part, a hot spot, etc., and it will become a generation cause of microporosity. As a result, toughness and intensity of an aluminum alloy which were obtained are reduced. In order to prevent this fault, in this invention, a Fe content was regulated to 1.5 or less % of the weight.

[0022]However, when using an aluminum alloy for die casting and a hot alloy prevents being printed on a metallic mold inner surface, Fe is an effective alloy element. So, when using it as a die casting, it is preferred to secure 0.1% of the weight or more of a Fe content.

[0023]It is an impurity mixed in an aluminum alloy from raw material Si in ingot processes like Ca:Fe. If a Ca content increases exceeding 0.005 % of the weight, at the time of casting, internal HIKE will become large and will cause a fall of fluidity. A primary phase Si minuteness making operation by P is checked. Then, in this invention, a Ca content was specified to 0.005 or less % of the weight.

[0024]B: B added as an optional component contributes a crystal grain to carrying out minuteness making with Ti. This operation is seen by 0.0001 % of the weight of B content. However, since a lot of B content caused embrittlement of an aluminum alloy, it set up a maximum to 0.01% of the weight.

[0025]nickel: When nickel added as an optional component improves high temperature strength and improves hardness and abrasion resistance, it is an effective alloy element. These operations are seen with 0.3 % of the weight or more of Ni contents. However, since cost of an aluminum alloy is raised, it is not preferred to make expensive nickel contain so much. A corrosion-resistant fall is also seen with an increase in a Ni content. Then, in this invention, a maximum of a Ni content is specified to 3.0% of the weight, and an operation of nickel is replaced or complemented with Mn.

[0026] Particle diameter of primary-phase Si: In order to secure abrasion resistance, cutting ability, and fluidity, it is required to adjust mean particle diameter of primary phase Si to the range of 10-50 micrometers. When mean particle diameter of primary phase Si is less than 10 micrometers, an effect of primary phase Si which raises abrasion resistance becomes small. On the contrary, if mean particle diameter of primary phase Si exceeds 50 micrometers, since big primary phase Si exists, a fall of a galling phenomenon, mechanical properties, cutting ability, etc., etc. will be seen.

[0027] Thus, an aluminium alloy for casting of this invention by which alloy designing was carried out can be manufactured in a target casting by metallic mold gravity casting, low pressure casting, a sand cast, dies casting, liquid metal forging, etc. It is also possible to heat-treat T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub>, etc.

[0028]

[Example] Hereafter, working example explains this invention concretely. The aluminum alloy of the ingredient and the presentation shown in Table 1 was ingoted, and it cast using the brake-shoe metallic mold held in temperature of 350 \*\*. The obtained casting was cut with the engine lathe and the cutting ability was investigated. Abrasion resistance, solubility, fluidity, mechanical properties, etc. were investigated, and these were summarized in Table 2 and shown.

[0029]

[Table 1]

表1: 使用したアルミニウム合金の種類

試験 番号	成分及び含有量 (残部はAl及び不純物。単位: 重量%)										備考
	Si	Fe	Cu	Mg	Mn	Cr	Ti	P	B	Ni	
1	15.0	0.3	3.0	0.7	0.5	0.2	0.1	0.01	—	—	本発明例
2	14.0	0.3	3.0	0.7	0.5	0.2	0.1	0.01	—	—	"
3	16.0	0.3	3.0	0.7	0.5	0.2	0.1	0.01	—	—	"
4	15.0	0.3	1.0	0.7	0.5	0.2	0.1	0.01	—	—	比較例
5	15.0	0.3	5.0	0.7	0.5	0.2	0.1	0.01	0.005	—	本発明例
6	15.0	0.3	3.0	0.3	0.5	0.2	0.1	0.01	0.005	—	"
7	15.0	0.3	3.0	0.7	0.0	0.0	0.1	0.01	—	—	比較例
8	15.0	0.3	3.0	0.7	0.0	0.2	—	0.01	—	—	"
9	15.0	0.3	3.0	0.7	0.5	—	—	0.01	—	—	"
10	15.0	0.3	3.0	0.7	0.5	0.2	0.1	0.01	—	2.0	本発明例
11	13.0	0.2	2.0	1.0	—	—	0.1	0.005	—	0.5	先行例A
12	15.0	0.6	4.5	0.2	0.1	—	—	0.07	—	0.1	先行例B
13	12.0	0.4	1.0	1.0	—	—	—	—	—	1.2	AC8A
14	19.0	0.4	1.0	1.0	—	—	—	0.01	—	1.0	AC9B
15	17.0	0.3	5.0	0.5	—	—	—	0.01	—	—	A390

注: 先行例Aは特開平1-298131号公報。先行例Bは特開昭50-64107にそれぞれ示された合金

[0030]

[Table 2]

表2: 各種アルミニウム合金の物性、機械的性質等

試験番号	焼結温度	初品Siの平均粒径	各種物性の評価			焼結材の機械的性質		備考		
			耐摩耗性	切削性	溶媒性	焼結性	引張り強さ		0.2%耐力	伸び
1	735℃	37μm	○	○	○	○	24.3	17.8	0.6	本発明例
2	〃	32μm	○	○	○	○	25.3	17.4	0.6	〃
3	〃	39μm	○	○	○	○	24.8	17.2	0.7	〃
4	〃	34μm	○	○	○	○	24.9	14.8	1.1	比較例
5	〃	41μm	○	○	○	○	24.8	18.5	0.8	本発明例
6	〃	39μm	○	○	○	○	24.1	16.5	1.2	〃
7	〃	36μm	○	○	○	○	25.1	18.3	0.9	比較例
8	〃	38μm	○	○	○	○	25.0	18.4	0.7	〃
9	〃	44μm	○	○	○	○	24.1	17.6	0.8	〃
10	〃	37μm	○	○	○	○	25.0	18.8	0.6	本発明例
11	〃	28μm	△	○	○	○	22.5	15.0	1.1	先行例A
12	〃	40μm	○	○	○	△	23.0	16.0	0.4	先行例B
13	〃	-	△	○	○	○	22.4	14.5	1.3	AC8A
14	780℃	42μm	○	×	×	×	18.1	15.5	0.5	AC9B
15	760℃	39μm	○	△	△	△	24.6	18.9	0.7	AC9D

注: 先行例Aは特許1-298131号公報、先行例Bは特開昭50-64107にそれぞれ示された合金  
 番号1-298131号公報、先行例Bは特開昭50-64107にそれぞれ示された合金  
 番号1-298131号公報、先行例Bは特開昭50-64107にそれぞれ示された合金  
 番号1-298131号公報、先行例Bは特開昭50-64107にそれぞれ示された合金

[0031]Abrasion resistance was investigated on the wear conditions used as SK-4 steel which carried out 0.238 m / and friction distance for friction speed a second, and in which the FURIKU TRON type frictional wear tester was used, and it carried out hard chromium plating of 160 kg and the mating material for 6000 m and friction load. And relative evaluation was made on O and a 100-300-mg thing for that whose abrasion loss is 0-100 mg, and was made on \*\* and a not less than 500-mg thing for O and a 300-500-mg thing as x, and it was shown in Table 2.

[0032]If it is in the alloy which contains Si, Cu, Mn, Cr, etc. in the range specified by this invention so that clearly from Table 2, it turns out that abrasion loss is all presenting the outstanding abrasion resistance of 100 mg or less. On the other hand, if it is in the alloy of the test numbers 11 and 13, for example, respectively, 13.0 % of the weight and 12.0 % of the weight, and since it is low, the crystallized amount of primary phase Si has few Si contents, and abrasion resistance is getting worse.

[0033]The cutting-ability examination was done under the conditions which made cutting speed 200-m a part for part 400-m/for /, and 600-m the three-stage for /and to which the sintered carbide tool was used, and it made the three-stage of 0.05 mm / rotation, 0.1 mm / rotation, and 0.2 mm / rotation, and the amount of infeeds the three-stage (0.5 mm, 1.0 mm, and 2.0 mm) for the feed rate. And it investigated about the wear width, cutting

force, and machined surface granularity of the flank of the cutting tool when cutting length amounted to 5000 m, and the standard hung up over Table 3 estimated four steps.

[0034]

[Table 3]

表 3 : 切削性の評価基準

逃げ面の摩耗幅 (mm)	切削抵抗 (N)	仕上げ面粗さ $R_a$ ( $\mu\text{m}$ )	評価点
0.2以下	100以下	1.0以下	1
0.2~0.5	100~300	1.0~1.5	2
0.5~0.8	300~500	1.5~2.0	3
0.8以上	500以上	2.0以上	4

[0035]The evaluation items about each test item were added together, and relative evaluation was made on that in which sum total evaluation items exceed O and the thing of 5-7 points for the thing of four or less points, and exceed \*\* and ten points for O and the thing of 8-10 points as x.

[0036]When alloy contents, such as Si, Cu, Mn, and Cr, are in the range specified by this invention so that clearly from Table 2, cutting ability with good all is obtained. Generally it sees, and the cutting ability of what has a higher Si content is worse, and its cutting ability is improving according to the fall of a Si content. For example, the extremely outstanding cutting ability is shown by the example of an alloy of the test number 13 from a Si content being as low as 12.0 % of the weight.

[0037]However, it is as having mentioned above that crystallization of primary phase Si is hardly detected, but the example of an alloy of the test number 13 is inferior to abrasion resistance. It turns out that the thing which has a few crystallized amount of hard Cu, Mn, Cr system compound, etc. is excellent in cutting ability.

[0038]Solubility incorporated the gas absorption at the time of an ingot, damage to lining refractories, etc. focusing on the liquidus temperature of an aluminum alloy, made relative evaluation on it, it displayed O and a good thing for the outstanding thing, and displayed \*\* and a bad thing for O and a little bad thing as x. If it generally sees and a Si content increases 1% of the weight, the liquidus temperature of an aluminum alloy will rise by about 10 \*\*. P is also an element which raises liquidus temperature, if P content comes to exceed 0.05 % of the weight, the viscosity of a molten metal will rise and run nature will fall.

[0039]Fluidity was judged by the valuation basis shown in Table 4 about the particle diameter of casting temperature and primary phase Si and distribution, run nature, etc. The particle diameter of primary phase Si and distribution were investigated by observing the central part section of the sample cast using the JIS No. 4 brake-shoe type without spreading held in temperature of 200 \*\*.

[0040]Run nature was investigated by casting which uses the wedge metallic mold without spreading held at 300 \*\*. This wedge metallic mold has an inclined form cavity in rectangular shape and a side section in the plane cross section shown in drawing 1 and drawing 2. And it expressed with the area rate which \*\* (ed) area of the molten metal which spread in the cavity in the rectangle area of drawing 1. The thing with this good run nature turns into what has the clear edge and stamp of a product.

[0041]

[Table 4]

表4： 鋳造性の評価基準

鋳造可能な温度 (℃)	初晶S1の官能評価		湯回り性 (面積率)	評価点
	粒 径	分布状態		
740以上	小	極めて均一	80%以上	1
720～740	小	均 一	70～80%	2
700～720	中	やや偏在	60～70%	3
700以下	大	偏 在	60%以下	4

[0042]The evaluation items about each test item were added together, that in which sum total evaluation items exceed O and the thing of 5-7 points for the thing of four or less points, and exceed \*\* and ten points for O and the thing of 8-10 points was made into x, and relative evaluation was made on fluidity.

[0043]In the example of an alloy which has content, such as Si, Fe, and P, in the range specified by this invention, it turns out that good fluidity is obtained as shown in Table 2. On the other hand, in the example of an alloy of the test number 14 with as many Si contents as [ 19.0 % of the weight ], the temperature which can be cast was as high as 780 \*\*, and fluidity was getting worse. And many casting defects were detected.

[0044]The aluminum alloy according to this invention is presenting abrasion resistance, cutting ability, solubility, and the characteristic outstanding also in any of fluidity so that clearly from the above explanation. Therefore, the obtained aluminum alloy casting is used as construction material which shows the outstanding characteristic as a cylinder block, a piston, a compressor part article, gearbox parts, etc. Since cutting ability is good, processing to which required shape is made will also become easy.

[0045]

[Effect of the Invention]Solubility, fluidity, cutting ability, etc. are improved without reducing a Si content, securing fluidity in this invention, as explained above, and spoiling abrasion resistance by regulating synthetically alloy contents, such as Cu, Mg, Mn, Cr, Ti, and P. Therefore, damage done to the lining refractories of a fusion furnace, etc. can be lessened, and the life of a metallic mold also becomes long. And when carrying out machinery cutting of the obtained aluminum alloy casting at objective shape, the life of a cutting tool also becomes long. Thus, a material suitable as a cylinder block, a piston, a compressor part article, gearbox parts, etc. is provided.

---

[Translation done.]



**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]The top view showing the cavity of the brake-shoe metallic mold used when judging run nature in this invention working example

[Drawing 2]The side view of the cavity

---

[Translation done.]

(19)日本特許庁(J P)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-78770

(43)公開日 平成5年(1993)3月30日

(51)Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

C 2 2 C 21/02

8928-4K

審査請求 未請求 請求項の数3(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平3-270209

(22)出願日 平成3年(1991)9月20日

(71)出願人 00000473

日本軽金属株式会社

東京都港区三田3丁目13番12号

(71)出願人 000152402

株式会社日軽技研

東京都港区三田3丁目13番12号

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市中区宝町2番地

(72)発明者 橋本 昭男

静岡県浜松市東区蒲原1丁目34番1号

株式会社日軽技研内

(74)代理人 弁理士 小堀 信孝 (外1名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 耐摩耗性に優れたアルミニウム鋳造合金

(57)【要約】

【目的】 Si含有量を低下させ、Cu、Mg、Mn、Cr、Ti、P、Fe、P等の含有量を規定することにより、耐摩耗性を損なうことなく、溶解性、鋳造性、切削性に優れたアルミニウム鋳造合金を得る。

【構成】 このアルミニウム鋳造合金は、Si:14.0~16.0重量%、Cu:2.0~5.0重量%、Mg:0.1~1.0重量%、Mn:0.3~0.8重量%、Cr:0.1~0.3重量%、Ti:0.05~0.20重量%、P:0.003~0.05重量%、Fe:1.5重量%以下、必要に応じてB:0.0001~0.01重量%及び又はNi:0.3~3.0重量%を含有し、Ca含有量が0.005重量%未満に規制されている。また、初晶Siの平均粒径が10~50 $\mu$ mの範囲に調整されている。

【効果】 鋳造性、耐摩耗性、切削性に優れていることを活用し、シリンダブロック、ピストン、コンプレッサ部品、変速機部品等として使用される。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 Si:14.0～16.0重量%, Cu:2.0～5.0重量%, Mg:0.1～1.0重量%, Mn:0.3～0.8重量%, Cr:0.1～0.3重量%, Ti:0.05～0.20重量%, P:0.003～0.02重量%, Fe:1.5重量%以下を含有し、Ca含有量が0.005重量%未満に規制され、且つ平均粒径10～50μmの初晶Siが均一に分散した組織をもっていることを特徴とする耐摩耗性に優れたアルミニウム鋳造合金。

【請求項2】 Si:14.0～16.0重量%, Cu:2.0～5.0重量%, Mg:0.1～1.0重量%, Mn:0.3～0.8重量%, Cr:0.1～0.3重量%, Ti:0.05～0.20重量%, P:0.003～0.05重量%, Fe:1.5重量%以下、B:0.0001～0.01重量%を含有し、Ca含有量が0.005重量%未満に規制され、且つ平均粒径10～50μmの初晶Siが均一に分散した組織をもっていることを特徴とする耐摩耗性に優れたアルミニウム鋳造合金。

【請求項3】 Si:14.0～16.0重量%, Cu:2.0～5.0重量%, Mg:0.1～1.0重量%, Mn:0.3～0.8重量%, Cr:0.1～0.3重量%, Ti:0.05～0.20重量%, P:0.003～0.05重量%, Fe:1.5重量%以下、Ni:0.3～3.0重量%を含有し、Ca含有量が0.005重量%未満に規制され、且つ平均粒径10～50μmの初晶Siが均一に分散した組織をもっていることを特徴とする耐摩耗性に優れたアルミニウム鋳造合金。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、シリンダブロック等として使用される耐摩耗性に優れたアルミニウム鋳造合金に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 車両用シリンダブロックとして、軽量化を図ってA390で代表される鋳造用アルミニウム合金が従来から使用されている。このアルミニウム合金は、耐摩耗性に優れていることを活用して、実用エンジン、耐摩耗部品等として広く使用されている。

【0003】 A390系のアルミニウム合金は、Si:16.0～18.0重量%, Cu:4.0～5.0重量%, Mg:0.45～0.65重量%, Fe:0.5重量%未満, Mn:0.1重量%未満, Ti:0.20重量%未満の組成をもち、必要とする耐摩耗性を確保するため多量のSiが添加されている。しかし、Si含有量の増加に伴って、アルミニウム合金の液相線温度が高くなる。

【0004】 その結果、通常の合金よりかなり高い温度で溶解、鋳造することが必要となり、ライニング耐火

物として高価なものが要求されることは勿論、炉の寿命低下、燃料消費量の増加、ダイキャスト金型等の寿命低下が問題となる。また、初晶Siの分布が不均質になり、ヒケ巣等の鋳造欠陥が発生し易い。

【0005】 このA390系アルミニウム合金の欠点を解消するため、特開昭50-64107号公報では、Si含有量を13.5～16.0重量%と低めに設定して鋳造性を確保すると共に、Cu、Mg、Zn等の添加によって高度及び耐摩耗性を向上させることが紹介されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、A390系アルミニウム合金の他の欠点である初晶Siの不均一分布は、前提公報の合金設計によっても未解決のままである。そのため、依然として鋳造欠陥等が生じ易い材料として扱われている。また、不均一に分布した初晶Siは、特に急冷効果を受ける部分と徐冷される部分との間でアルミニウム合金結物の性質に変動をきたし、材質に対する信頼性を欠く原因となる。

20 【0007】 本発明は、このような問題を解消すべく案出されたものであり、Si含有量を14.0～16.0重量%に設定した合金系においてCu、Mg、Mn、Cr、Ti、P、Fe等の配合割合を特定することによって、微細な初晶Siの均一分散を図り、耐摩耗性に優れた鋳造欠陥のないアルミニウム鋳造合金を提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明のアルミニウム鋳造合金は、その目的を達成するため、Si:14.0～16.0重量%, Cu:2.0～5.0重量%, Mg:0.1～1.0重量%, Mn:0.3～0.8重量%, Cr:0.1～0.3重量%, Ti:0.05～0.20重量%, P:0.003～0.05重量%, Fe:1.5重量%以下を含有し、Ca含有量が0.005重量%未満に規制され、且つ平均粒径10～50μmの初晶Siが均一に分散した組織をもっていることを特徴とする。

【0009】 また、このアルミニウム鋳造合金は、更にB:0.0001～0.01重量%及びNi:0.3～3.0重量%の1種又は2種を含有することができる。

## 【0010】

【作 用】 本発明者等は、耐摩耗性、機械的性質、物理的性質、切削性、鋳造性等にSi、Cu、Mg、Mn、Cr等の合金元素が与える影響について詳細に検討した。その結果、A390合金の下限である16重量%以下にSi含有量を下げても、初晶Siが微細で且つ均一に分散している限り、耐摩耗性の確保が図られることを見出した。

【0011】 すなわち、本発明のアルミニウム鋳造合金においては、A390系合金に比較してSi含有量を1

6. 0重量%以下と低めに設定している、溶解性及び鋳造性が大幅に改善され、操業が容易になる。そして、シリンドーブロック等の耐摩耗部品に要求される切削性、溶解性、鋳造性等に関するA390系合金の問題点を、S<sub>i</sub>を始めとする合金元素の含有量の調整、マトリックスの強化等によって、耐摩耗性の低下を伴うことなく解消したものである。

【0012】初晶S<sub>i</sub>の微細化及び均一分散には、特にCrの添加が有効である。Crは、初晶S<sub>i</sub>中に混在する元素である。Crの混在によって初晶S<sub>i</sub>の比重が大きくなり、鋳造中におけるS<sub>i</sub>の浮上りが抑制されるものと推察される。併せて、微細なAl-Cr系化合物が晶出し、これによって耐摩耗性が向上する。また、初晶S<sub>i</sub>の微細化には、所定量のP含有量もある。

【0013】以下、各合金元素の含有量及び作用等について説明する。S<sub>i</sub>：耐摩耗性及び弾性係数を向上させる上で、重要な元素である。しかし、S<sub>i</sub>含有量が16.0重量%を超えると、合金の液相線温度が上昇して溶解性、鋳造性等が悪くなり、初晶S<sub>i</sub>の分散が不均一になり易い。他方、14.0重量%未満のS<sub>i</sub>含有量では、耐摩耗性が不足する。そこで、本発明においては、S<sub>i</sub>含有量を14.0～16.0重量%の範囲に規定した。

【0014】また、S<sub>i</sub>含有量が16.0重量%以下になると、アルミニウム合金の切削性が急激に向上する。その結果、摩耗に起因した工具寿命の低下がなくなり切削コストの大幅な低減が可能となる。

【0015】Cu：マトリックスを強化する作用を呈し、これによって耐摩耗性が向上する。このような作用を得るためには、2.0重量%以上のCuを含有させることが必要である。しかし、Cu含有量が5.0重量%を超えると、ヒケ果の発生が多くなる。

【0016】Mg：硬度、耐摩耗性、機械的強度等を向上させる上で有効な合金元素であり、0.1重量%以上のMg含有でこれらの作用が得られる。しかし、1.0重量%を超えてMgを含有させると、靱性を低下させる傾向が見られる。

【0017】Mn：マトリックスを強化し、機械的性質を改善する合金元素である。Mn含有量が0.3重量%未満になると、耐摩耗性が低下する傾向が見られる。他方、0.8重量%を超えるMn含有量では、鋳造性が悪くなり、逆に機械的性質の劣化を招く。

【0018】Cr：初晶S<sub>i</sub>を微細且つ均一に分散させる上で重要な合金元素であり、硬度、機械的性質の向上にも有効に作用する。このような作用は、0.1重量%以上のCr含有量が顕著となる。しかし、Cr含有量が0.3重量%を超えると、鋳造性及び機械的性質が低下する。また、多量のCr含有は、Al-Cr系析出物を粗大化させる原因ともなる。

【0019】Ti：機械的性質を向上させる作用を呈

し、組織を均一化させることにも有効である。これらの作用を得るためには、0.05重量%以上のTiを含有させることが必要である。しかし、0.20重量%を超えるTi含有量では、逆に機械的性質の低下を招く。

【0020】P：Crと共に初晶S<sub>i</sub>を微細化し均一に分散させる作用を呈する。この初晶S<sub>i</sub>に与える作用は、0.003重量%以上のP含有量で確保される。しかし、P含有量が0.05重量%を超えると、溶流れ等の鋳造性が劣化する。そこで、本発明においては、0.003～0.05重量%の範囲にP含有量を設定した。また、P含有量をこの範囲に維持するとき、溶湯の粘性低下によって溶流れ性がよくなり、鋳造性の向上が図られる。

【0021】Fe：溶製過程でアルミニウム合金に取り込まれる不純物である。多量のFeが混入すると、特に徐冷部、ホットスポット部等にAl-Fe系化合物、Al-Fe-Mn-S<sub>i</sub>系化合物等が生成し、ミクロポロシティの発生原因となる。その結果、得られたアルミニウム合金の靱性及び強度を低下させる。この欠点を防止するため、本発明においては、Fe含有量を1.5重量%以下に規定した。

【0022】ただし、アルミニウム合金をダイキャスト鋳造に使用するとき、高温の合金が金型内面に焼き付くことを防止する上で、Feは有効な合金元素である。そこで、ダイキャスト鋳物として使用する場合には、0.1重量%以上のFe含有量を確保することが好ましい。

【0023】Ca：Feと同様に、溶製過程でアルミニウム合金に原料S<sub>i</sub>から混入する不純物である。Ca含有量が0.005重量%を超えて多くなると、鋳造時に内部ヒケが大きくなり、鋳造性の低下を招く。また、Pによる初晶S<sub>i</sub>微細化作用を阻害する。そこで、本発明においては、Ca含有量を0.005重量%以下に規定した。

【0024】B：任意成分として添加されるBは、Tiと共に結晶粒を微細化させることに寄与する。この作用は、B含有量0.0001重量%でみられる。しかし、多量のB含有は、アルミニウム合金の脆化を招くので、上限を0.01重量%に設定した。

【0025】Ni：任意成分として添加されるNiは、高温強度を向上し、硬度、耐摩耗性を改善する上で有効な合金元素である。これらの作用は、Ni含有量0.3重量%以上でみられる。しかし、高価なNiを多量に含有させることは、アルミニウム合金のコストを向上させるので好ましくない。また、Ni含有量の増加に伴い、耐食性の低下もみられる。そこで、本発明においては、Ni含有量の上限を3.0重量%に規定し、Niの作用をMnで置換或いは補完する。

【0026】初晶S<sub>i</sub>の粒径：耐摩耗性、切削性及び鋳造性を確保するため、初晶S<sub>i</sub>の平均粒径を10～50μmの範囲に調整することが必要である。初晶S<sub>i</sub>の平

均粒径が10 $\mu$ m未満の場合に、耐摩耗性を向上させる初晶Siの効果が小さくなる。逆に、初晶Siの平均粒径が50 $\mu$ mを超えると、大きな初晶Siが存在することから、ガリリ現象や機械的性質、切削性等の低下がみられる。

【0027】このように合金設計された本発明のアルミニウム鋳造合金は、金型重力鋳造、低圧鋳造、砂型鋳造、ダイキャスト、溶湯鋳造等で目標とする鋳物に製造することができる。また、T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>等の熱処理を施すことも可能である。

# \* 【0028】

【実施例】以下、実施例によって、本発明を具体的に説明する。表1に示した成分・組成のアルミニウム合金を溶製し、温度350℃に保持した舟金型を使用して鋳造した。得られた鋳物を旋盤で切削し、その切削性を調査した。また、耐摩耗性、溶解性、鋳造性、機械的性質等を調べ、これらを表2にまとめて示した。

# 【0029】

【表1】

\*10

表1：使用したアルミニウム合金の種類

試験 番号	成分及び含有量 (残部はAl及び不純物, 単位: 重量%)										備考
	Si	Fe	Cu	Mg	Mn	Cr	Ti	P	B	Ni	
1	15.0	0.3	3.0	0.7	0.5	0.2	0.1	0.01	—	—	本発明例
2	14.0	0.3	3.0	0.7	0.5	0.2	0.1	0.01	—	—	"
3	16.0	0.3	3.0	0.7	0.5	0.2	0.1	0.01	—	—	"
4	15.0	0.3	1.0	0.7	0.5	0.2	0.1	0.01	—	—	比較例
5	15.0	0.3	5.0	0.7	0.5	0.2	0.1	0.01	0.005	—	本発明例
6	15.0	0.3	3.0	0.3	0.5	0.2	0.1	0.01	0.005	—	"
7	15.0	0.3	3.0	0.7	0.0	0.0	0.1	0.01	—	—	比較例
8	15.0	0.3	3.0	0.7	0.0	0.2	—	0.01	—	—	"
9	15.0	0.3	3.0	0.7	0.5	—	—	0.01	—	—	"
10	15.0	0.3	3.0	0.7	0.5	0.2	0.1	0.01	—	2.0	本発明例
11	13.0	0.2	2.0	1.0	—	—	0.1	0.005	—	0.5	先行例A
12	15.0	0.6	4.5	0.2	0.1	—	—	0.07	—	0.1	先行例B
13	12.0	0.4	1.0	1.0	—	—	—	—	—	1.2	AC8A
14	15.0	0.4	1.0	1.0	—	—	—	0.01	—	1.0	AC9B
15	17.0	0.3	5.0	0.5	—	—	—	0.01	—	—	A390

注：先行例Aは特開平1-298131号公報、先行例Bは特開昭50-64107にそれぞれ示された合金

表2: 各種アルミニウム合金の物性、機械的性質

試験番号	試験温度	引張強度	平均伸び	各種物性の評価				製造材の機械的性質		備考
				耐摩耗性	切削性	溶接性	耐腐蝕性	引張り強さ	0.2%耐力	伸び
1	735℃	37μm	37μm	○	○	○	○	24.3	17.8	0.6
2	"	32μm	32μm	○	○	○	○	25.3	17.4	0.6
3	"	38μm	38μm	○	○	○	○	24.8	17.2	0.7
4	"	34μm	34μm	○	○	○	○	24.9	14.8	1.1
5	"	41μm	41μm	○	○	○	○	24.8	18.5	0.8
6	"	39μm	39μm	○	○	○	○	24.1	16.5	1.2
7	"	35μm	35μm	○	○	○	○	25.1	18.3	0.9
8	"	38μm	38μm	○	○	○	○	25.0	18.4	0.7
9	"	44μm	44μm	○	○	○	○	24.1	17.6	0.8
10	"	37μm	37μm	○	○	○	○	25.0	18.8	0.6
11	"	28μm	28μm	△	○	○	○	22.5	15.0	1.1
12	"	40μm	40μm	○	○	○	△	23.0	16.0	0.4
13	"	—	—	△	○	○	○	22.4	14.5	1.3
14	780℃	42μm	42μm	○	x	x	x	18.1	15.5	0.5
15	760℃	39μm	39μm	○	△	△	△	24.6	18.9	0.7

注: 各行の試験温度は、試験速度を0.05mm/分、送り速度を0.1mm/分、引張り強さを200mm/分、400mm/分及び600mm/分の3段階、送り速度を0.05mm/回転、0.1mm/回転で試験した。

【0031】耐摩耗性は、フリクトロン式摩擦摩耗試験機を使用し、摩擦速度を0.238m/秒、摩擦距離を6000m、摩擦荷重を160kg、相手材を硬質クロムめっきしたSK-4鋼とした摩擦条件で調べた。そして、摩耗量が0~100mgのものを○、100~300mgのものを△、300~500mgのものを△、500mg以上のものを×として相対評価し、表2に示した。

【0032】表2から明らかなように、本発明で規定す

る範囲でSi、Cu、Mn、Cr等を含有する合金にあつては、何れも摩耗量が100mg以下の優れた耐摩耗性を呈していることが判る。これに対し、たとえば試験番号11及び13の合金にあっては、Si含有量がそれぞれ13.0重量%及び12.0重量%と低いため、初品Siの晶出量が少なく、耐摩耗性が悪くなっている。

【0033】切削性試験は、超硬工具を使用し、切削速度を200m/分、400m/分及び600m/分の3段階、送り速度を0.05mm/回転、0.1mm/回

転及び0.2mm/回転の3段階、切込み量を0.5mm, 1.0mm及び2.0mmの3段階とした条件下でを行った。そして、切削長さが5000mに達したときの切削工具の逃げ面の摩耗幅、切削抵抗及び仕上げ面粗さ\*

\*について調べ、表3に掲げた基準で4段階評価した。

【0034】

【表3】

表3： 切削性の評価基準

逃げ面の摩耗幅 (mm)	切削抵抗 (N)	仕上げ面粗さ $R_a$ ( $\mu\text{m}$ )	評価点
0.2以下	100以下	1.0以下	1
0.2~0.5	100~300	1.0~1.5	2
0.5~0.8	300~500	1.5~2.0	3
0.8以上	500以上	2.0以上	4

【0035】各試験項目についての評価点を合算し、合計評価点が4点以下のものを○、5~7点のものを○、8~10点のものを△、10点を超えるものを×として相対評価した。

【0036】表2から明らかなように、Si, Cu, Mn, Cr等の合金成分が本発明で規定されている範囲にある場合、何れも良好な切削性が得られている。一般的にみて、切削性は、Si含有量が高いものほど悪く、Si含有量の低下に従って切削性が向上している。たとえば、試験番号13の合金例では、Si含有量が12.0重量%と低いことから、極めて優れた切削性が示されている。

【0037】しかし、試験番号13の合金例は、初晶Siの晶出がほとんど検出されず、耐摩耗性に劣ることは前述した通りである。更に、硬質のCu, Mn, Cr系化合物等の晶出量が少ないものほど、切削性に優れていることが判る。

【0038】溶解性は、アルミニウム合金の液相線温度を中心として、溶製時のガス吸収やライニング耐火物の損傷等を取り込んで相対評価し、優れているものを○、

良好なものを○、やや悪いものを△、悪いものを×として表示した。一般的にみて、Si含有量が1重量%増加すると、アルミニウム合金の液相線温度が約10℃上昇する。また、Pも液相線温度を上昇させる元素であり、P含有量が0.05重量%を超えるようになると溶湯の粘性が上昇し、湯回り性が低下する。

【0039】鋳造性は、鋳造温度、初晶Siの粒径及び分布、湯回り性等について、表4に示した評価基準で判定した。なお、初晶Siの粒径及び分布は、温度200℃に保持した塗布無しのJIS4号弁型を使用して鋳造した試料の中心部断面を観察することによって調べた。

【0040】また、湯回り性は、300℃に保持した塗布なしのクサビ金型を使用した鋳造によって調べた。このクサビ金型は、図1及び図2に示す平断面で矩形状、側断面で傾斜状のキャビティをもつものであった。そして、キャビティに広がった溶湯の面積を図1の矩形面積で除した面積率で表した。この湯回り性が良好なものは、製品のエッジや刻印が明瞭なものとなる。

【0041】

【表4】

表4: 鋳造性の評価基準

鋳造可能な温度 (℃)	初晶S1の官能評価		湯回り性 (面積率)	評価点
	粒 径	分布状態		
740以上	小	極めて均一	80%以上	1
720~740	小	均 一	70~80%	2
700~720	中	やや偏在	60~70%	3
700以下	大	偏 在	60%以下	4

【0042】各試験項目についての評価点を合算し、合計評価点が4点以下のものを○、5~7点のものを○、8~10点のものを△、10点を超えるものを×として鋳造性を相対評価した。

【0043】表2に示されているように、Si, Fe, P等の含有量が本発明で規定した範囲にある合金例では、良好な鋳造性が得られていることが判る。これに対して、Si含有量が19.0重量%と多い試験番号14の合金例では、鋳造可能な温度が780℃と高く、鋳造性が悪くなっていた。そして、多数の鋳造欠陥が検出された。

【0044】以上の説明から明らかなように、本発明に従ったアルミニウム合金は、耐摩耗性、切削性、溶解性、鋳造性の何れにおいても優れた特性を呈している。そのため、得られたアルミニウム合金鋳物は、シリンダブロック、ピストン、コンプレッサ部品、変速機部品等として、優れた特性を示す材質として使用される。また、切削性が良好なことから、必要形状に仕上げる加工\*

\*も容易なものとなる。

【0045】

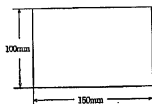
【発明の効果】以上に説明したように、本発明においては、Si含有量を低下させて鋳造性を確保すると共に、Cu, Mg, Mn, Cr, Ti, P等の合金成分を総合的に抑制することによって、耐摩耗性を損なうことなく、溶解性、鋳造性、切削性を改良している。そのため、溶解炉のライニング耐火物等と与える損傷を少なくすることができ、また金型の寿命も長くなる。しかも、得られたアルミニウム合金鋳物を目標形状に機械切削するとき、切削工具の寿命も長くなる。このようにして、シリンダブロック、ピストン、コンプレッサ部品、変速機部品等として好適な材料が提供される。

【図面の簡単な説明】

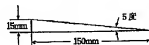
【図1】 本発明実施例において湯回り性を判定するときを使用した舟金型のキャビティを示す平面図

【図2】 同キャビティの側面図

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 北岡 山治  
静岡県庵原郡蒲原町蒲原1丁目34番1号  
株式会社日軽技研内

(72)発明者 渡辺 靖彦  
東京都港区三田3丁目13番12号 日本軽金  
株式会社社内



(8)

特開平５－７８７７０

(72)発明者 朝師 守  
神奈川県横浜市神奈川区宝町２番地 日産  
自動車株式会社内

(72)発明者 神戸 洋史  
神奈川県横浜市神奈川区宝町２番地 日産  
自動車株式会社内

(72)発明者 渡辺 浩児  
神奈川県横浜市神奈川区宝町２番地 日産  
自動車株式会社内